

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-069695

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

(21)Application number : 10-235289

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1998

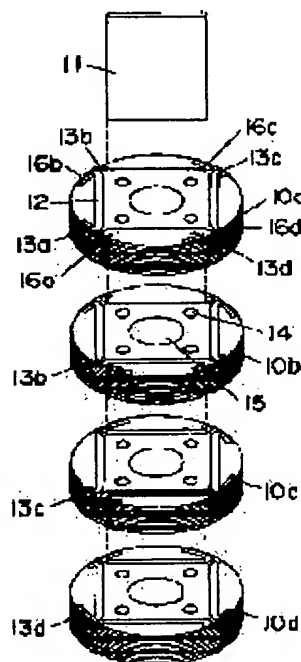
(72)Inventor : ASANO YOSHINARI
SHINDO MASAYUKI

(54) PERMANENT MAGNET ROTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce noise and vibration by changing the shape of an elongated hole provided in contact with the end face at the core sheet surface of permanent magnet, end face of the positive surface or end face of negative surface for keeping constant the shape of punching hole for embedding the permanent magnet.

SOLUTION: A permanent magnet 11 is embedded within the inside of rotor cores 10a, 10b, 10c, 10d formed by laminating almost circular rotor core sheets formed of a punched electromagnetic steel plate and a four-pole permanent magnet rotor having elongated holes 13a, 13b, 13c, 13d, 16a, 16b, 16c, 16d is also formed in contact with the end face of the permanent magnet 11. Here, when the rotor core is laminated, shape of the elongated hole in the rotor rotation forward side and backward side of a certain magnetic pole can be classified into four kinds of shapes. Thereby, an artificial skew can be given easily, and noise and vibration can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original
precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the approximate circle form rotor core sheet which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i , When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] P or $3P/2$, Permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P - N)$ (i = the constant of the range where θ_0 becomes 0 $\leq \theta_i \leq 120 - /P$, 1, 2, --, N).

[Claim 2] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the approximate circle form rotor core sheet which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i , When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] $6P$, Permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P - N)$ (i = the constant of the range where θ_0 becomes 0 $\leq \theta_i \leq 120 - /P$, 1, 2, --, N).

[Claim 3] Permanent magnet Rota according to claim 1 or 2 which is $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ when the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole of the rotor core sheet of i item is made into θ'_i .

[Claim 4] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j , When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] P or $3P/2$, Permanent magnet Rota which comes at a time to carry out the laminating of the rotor core which is $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (j = the constant of the range where θ_0 becomes 0

$\leq \theta_j \leq 120 - P$, 1, 2, ..., P/n and $n P/2$ or less natural number), and was rotated $360j/P$ times the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively.

[Claim 5] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j . When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] 6P$, Permanent magnet Rota which comes at a time to carry out the laminating of the rotor core which is $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P/2)$ (j = a constant, 1, 2, ... from which θ_0 is set to 0 $\leq \theta_j \leq 120 - P$, P/n and $n P/2$ or less natural number), and was rotated $360j/P$ times the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively.

[Claim 6] Permanent magnet Rota according to claim 4 or 5 which is $n = 1$.

[Claim 7] Permanent magnet Rota according to claim 4, 5, or 6 which is $\theta_j + \theta'_j = 120/P$ when the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole which adjoins the Rota rotation advance side of the slot section in the j -th Rota rotation advance side is made into θ'_j .

[Claim 8] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i . When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] P$ or $3P/2$, Permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P - N)$ (i = the constant of the range where θ_0 becomes 0 $\leq \theta_i \leq 120 - P$, 1, 2, ..., N).

[Claim 9] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i . When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] 6P$, Permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P - N)$ (i = the constant of the range where θ_0 becomes 0 $\leq \theta_i \leq 120 - P$, 1, 2, ..., N).

[Claim 10] Permanent magnet Rota according to claim 8 or 9 which is $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ when the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole of the rotor core sheet of i item is made into θ'_i .

[Claim 11] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j . When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] P$ or $3P/2$, Permanent magnet Rota which comes at a time to carry out the laminating

of the rotor core which is $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P/2)$ ($j =$ a constant, 1, 2, -- from which θ_0 is set to $0 \leq \theta_j \leq 120 - /P$, P/n and $n \leq P/2$ or less natural number), and was rotated $360j/P$ times the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively.

[Claim 12] A permanent magnet is laid under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j , When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is $[P$ and the number of stator slots $] 6P$, Permanent magnet Rota which comes at a time to carry out the laminating of the rotor core which is $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P/2)$ ($j =$ the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_j \leq 120 - /P$, 1, 2, --, P/n and $n \leq P/2$ or less natural number), and was rotated $360j/P$ times the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively.

[Claim 13] Permanent magnet Rota according to claim 11 or 12 which is $n = 1$.

[Claim 14] Permanent magnet Rota according to claim 11, 12, or 13 which is $\theta_j + \theta'_j = 120/P$ when the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole which adjoins the Rota rotation advance side of the slot section in the j -th Rota rotation advance side is made into θ'_j .

[Claim 15] The inside of that which carried out the laminating of the rotor core sheet with which configurations differ, or the different rotor core sheet of an include angle, The product thickness of a rotor core sheet located in the edge of the direction of product thickness Claim 1 by which the laminating was carried out more thickly 0.5mm - 2.5mm than the product thickness of other parts, claim 2, claim 3, claim 4, claim 5, claim 6, claim 7, claim 8, claim 9, claim 10, or claim 11 Or permanent magnet Rota according to claim 12, 13, or 14.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the structure of a permanent magnet where high effectiveness is realizable, by laying a permanent magnet under the Rota section incore by giving a reverse saliency or an order saliency and using not only magnet torque but reluctance torque.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the rotor core of permanent magnet Rota which laid the permanent magnet under the Rota section incore had come to carry out the laminating of the rotor core sheet of the same configuration in the same direction. The sectional view of conventional permanent magnet Rota (Japanese-Patent-Application-No. No. 195379 [nine to]

official report) which writers invented to drawing 11 is shown.

[0003] It is permanent magnet Rota in which the slot section 53 was formed so that a permanent magnet 51 might be laid under the rotor core 50 interior which comes to carry out the laminating of the approximate circle form rotor core sheet which consists of a pierced magnetic steel sheet and the end face of this permanent magnet might be touched. The slot section 53 of the configuration is [coming continuously] the same as that of the punching hole 52 for permanent magnet laying under the ground over all product thickness. The edge version (not shown) is prepared in the edge of the rotor core 50, it fixes by letting a rivet pin pass to a through hole 54, a shaft is pressed fit in the shaft hole 55, and it rotates focusing on a shaft.

[0004] By laying a permanent magnet under the Rota section incore, tubing for permanent magnet scattering prevention is unnecessary, a magnetic air gap can be made small, and also loss by the eddy current which flows in tubing can be reduced. Moreover, since it originated in the reverse saliency of structure and reluctance torque was used, the motor with high effectiveness was able to be offered.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In above conventional permanent magnet Rota, in order to suppress a sound and vibration, it was very difficult to perform a skew. When laying a sintered magnet under the rotor core especially, except enlarging the punching hole for permanent magnet laying under the ground, the skew of a rotor core is impossible and the skew of Rota is impossible except enlarging the punching hole for permanent magnet laying under the ground. However, if the punching hole for permanent magnet laying under the ground is enlarged, between the pole face of a permanent magnet, and a rotor core, an air gap will be made, a permeance will be reduced and effectiveness will be reduced. Therefore, in permanent magnet Rota which laid the permanent magnet under the Rota section incore, it was difficult to reduce a sound and vibration.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, the configuration of this invention of the punching hole for permanent magnet laying under the ground was the same, and it made it possible to reduce a sound and vibration by changing the configuration of the slot section established so that the edge in the rotor core sheet surface of a permanent magnet, the edge of a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side might be touched.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Invention of this invention according to claim 1 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the approximate circle form rotor core sheet which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i , When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] P or $3P/2$, In permanent magnet Rota which is permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P - N)$ (i = the constant of the range where θ_0 becomes 0 $\leq \theta_i \leq 120 / (P - N)$, 1, 2, ..., N), and comes to lay a permanent magnet under the Rota section incore It becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0008] Invention of this invention according to claim 2 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the approximate circle form rotor core sheet which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i , When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_i differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] $6P$, In permanent

magnet Rota which is permanent magnet Rota which is $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P - N)$ ($i =$ the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_i \leq 120 - /P, 1, 2, \dots, N$), and comes to lay a permanent magnet under the Rota section incore. It becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0009] When invention of this invention according to claim 3 makes θ_i the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole of the rotor core sheet of i item, $\theta_i + \theta_i =$ it is permanent magnet Rota according to claim 1 or 2 which is $120/P$, and by being suitable for especially 120-degree energization, and centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0010] Invention of this invention according to claim 4 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j . When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] P \text{ or } 3P/2$, $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P/2)$ (the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_j \leq 120 - /P \rightarrow j = 1, 2, \dots$, the rotor core that P/n and n are the $P/2$ or less natural numbers, and was rotated $360 \cdot j / P$ times. It is permanent magnet Rota which comes to carry out a laminating at a time the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively, and it is possible to give a skew in false with one kind of rotor core sheet, and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0011] Invention of this invention according to claim 5 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. When it is permanent magnet Rota in which the slot section was prepared as the edge of the end face of this permanent magnet and a positive-electrode side or the edge of a negative-electrode side is touched, and the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_j . When θ_j takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is $[P \text{ and the number of stator slots }] 6P$, $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P/2)$ (the constant from which θ_0 is set to $0 \leq \theta_j \leq 120 - /P \rightarrow j = 1, 2, \dots$, the rotor core that P/n and n are the $P/2$ or less natural numbers, and was rotated $360 \cdot j / P$ times. It is permanent magnet Rota which comes to carry out a laminating at a time the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively, and it is possible to give a skew in false with one kind of rotor core sheet, and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0012] Invention of this invention according to claim 6 is permanent magnet Rota according to claim 4 or 5 which is $n = 1$, and can reduce a sound and vibration on an effective target.

[0013] When invention of this invention according to claim 7 makes θ_j the include angle from a magnetic pole boundary of the slot section by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole which adjoins the Rota rotation advance side of the slot section in the j -th Rota rotation advance side, $\theta_j + \theta_j =$ it is permanent magnet Rota according to claim 4, 5, or 6 which is $120/P$, and by being suitable for especially 120-degree energization, and centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0014] Invention of this invention according to claim 8 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_i , When it

consists of a rotor core sheet N class from which θ_{tai} differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] P or $3P/2$. In permanent magnet Rota which is permanent magnet Rota which is $\theta_{tai} = \theta_0 + 120 \cdot i / (P - N)$ ($i =$ the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_{tai} \leq 120 - /P$, 1, 2, ..., N), and comes to lay a permanent magnet under the Rota section incore. It becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0015] Invention of this invention according to claim 9 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_{tai} , When it consists of a rotor core sheet N class from which θ_{tai} differs, and is formed by abbreviation same product thickness, respectively and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] $6P$. In permanent magnet Rota which is permanent magnet Rota which is $\theta_{tai} = \theta_0 + 60 \cdot i / (P - N)$ ($i =$ the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_{tai} \leq 120 - /P$, 1, 2, ..., N), and comes to lay a permanent magnet under the Rota section incore. It becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0016] When invention of this invention according to claim 10 makes θ_{tai} the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole of the rotor core sheet of i item, $\theta_{tai} + \theta_{tai}' =$ it is permanent magnet Rota according to claim 8 or 9 which is $120/P$, and by being suitable for especially 120-degree energization, and centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0017] Invention of this invention according to claim 11 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_{taj} , When θ_{taj} takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] P or $3P/2$, $\theta_{taj} = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P/2)$ (the constant from which θ_0 is set to $0 \leq \theta_{taj} \leq 120 - /P$ --) $j =$ -- 1, 2, --, the rotor core that P/n and n are the $P/2$ or less natural numbers, and was rotated $360 \cdot j / P$ times. It is permanent magnet Rota which comes to carry out a laminating at a time the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively, and by being suitable for especially 120-degree energization, and centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0018] Invention of this invention according to claim 12 lays a permanent magnet under the Rota section incore which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet. It is permanent magnet Rota which prepared the notching section in the Rota periphery of the location close to the edge of the end face of this permanent magnet, and a positive-electrode side, or the edge of a negative-electrode side. When the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_{taj} , When θ_{taj} takes the value as P/n , each value is repeated n times periodically and the number of the Rota magnetic poles is [P and the number of stator slots] $6P$, $\theta_{taj} = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P/2)$ (the constant of the range where θ_0 becomes $0 \leq \theta_{taj} \leq 120 - /P$ --) $j =$ -- 1, 2, --, the rotor core that P/n and n are the $P/2$ or less natural numbers, and was rotated $360 \cdot j / P$ times. It is permanent magnet Rota which comes to carry out a laminating at a time the n/P twice as many abbreviation for the Rota product thickness as this, respectively, and it is possible to give

a skew in false with one kind of rotor core sheet, and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0019] Invention of this invention according to claim 13 is permanent magnet Rota according to claim 11 or 12 which is $n=1$, and can reduce a sound and vibration on an effective target.

[0020] When invention of this invention according to claim 14 makes θ_j the include angle from a magnetic pole boundary of the notching edge by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole which adjoins the Rota rotation advance side of the slot section in the j -th Rota rotation advance side, $\theta_j + \theta_j' = \theta$ it is permanent magnet Rota according to claim 11, 12, or 13 which is $120/P$, and by being suitable for especially 120-degree energization, and centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0021] The rotor core sheet with which invention of this invention according to claim 15 differs in a configuration Or the product thickness of a rotor core sheet located in the edge of the direction of product thickness among those which carried out the laminating of the rotor core sheet of a different include angle Claim 1 by which the laminating was carried out more thickly 0.5mm – 2.5mm than the product thickness of other parts, claim 2, claim 3, claim 4, claim 5, claim 6, claim 7, claim 8, claim 9, claim 10, or claim 11 Or it is permanent magnet Rota according to claim 12, 13, or 14, and a sound and vibration can be effectively reduced in consideration of the leakage of the magnetic flux of the end face of the direction of the Rota product thickness.

[0022]

[Example] (Example 1) Drawing 1 shows the decomposition perspective view of permanent magnet Rota in the 1st example. Drawing 2 shows the sectional view of permanent magnet Rota in the 1st example. Drawing 3 is drawing explaining the cogging torque of permanent magnet Rota in the 1st example, and the reduction principle of a torque ripple.

[0023] It is permanent magnet Rota of four poles in which the slot sections 13a, 13b, 13c, 13d, 16a, 16b, 16c, and 16d were formed so that a permanent magnet 11 might be laid under the interior of the rotor cores 10a, 10b, and 10c which come to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet, and 10d and the end face of this permanent magnet 11 might be touched. When the Rota hand of cut is R and the include angle from a slot sections [by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole / 13a, 13b, 13c, and 13d] magnetic pole boundary is set to θ_j , θ_j takes four kinds of values, and the number of stator slots is 12 ($= 4 \times 3$), and comes the 1/4-time abbreviation at a time for the Rota product thickness to carry out the laminating of the rotor core which are $\theta_j = 3.75$ degree, 11.25 degrees, 18.75 degrees, and 26.25 degrees, and it rotated 90 degrees at a time, respectively, respectively at the time of a distributed winding. Moreover, when the include angle from a slot sections [by the side of the Rota rotation go-astern of the Rota magnetic pole which adjoins the Rota rotation advance side of the slot section in the j -th Rota rotation advance side / 16a 16b, 16c, and 16d] magnetic pole boundary is made into θ_j' , it is $\theta_j' = 26.25$ degree, 18.75 degrees, 11.25 degrees, and 3.75 degrees, and becomes $\theta_j + \theta_j' = 30$ degree. By this, when the laminating of the rotor core is carried out, a total of four kinds of configurations of the slot section by the side of the Rota rotation advance of a certain magnetic pole or go-astern will be made. In addition, especially the sequence of θ_j and each θ_j' is not asked.

[0024] Hereafter, the principle which reduces a torque ripple is explained using drawing 3.

Drawing 3 shows the relation of the slot section and the stator teeth in the same Rota location of the boundary section of a magnetic pole. The magnetic flux which came out from the pole face 19 is crossed to the stator teeth 17 along with slot section 13c toward a hand of cut R. However, since a slot 18 exists in a stator, as for the slot section, magnetic reluctance becomes large. As for the physical relationship of those with four kind, a slot section point, and a slot, the physical relationship of the slot sections 13a, 13b, 13c, and 13d and a slot divides spacing between teeth into four equally in the Rota homotopic. Therefore, in order that the magnetic flux ranging from the slot point to stator teeth may pass a slot every 7.5 degrees, when all the slot sections are the same configurations, as compared with the case where a slot is passed every 30 degrees, the number of ripples becomes 4 times, and a ripple quantity will be reduced by 4 by

about $1/3$. Moreover, when it is $\theta_j + \theta'_j = 30$ degree ($= 120/4$) as said Japanese-Patent-Application-No. No. 195379 [nine to] official report explains, torque serves as max and cogging torque serves as the minimum. Moreover, it is possible to reduce the amount of magnetic flux connected with the negative pole face too hastily from the normal polarity side of a permanent magnet by existence of the slot section.

[0025] This configuration has a good rotor core configuration at one kind, and it is [metal mold costs etc.] advantageous. Moreover, without increasing the number of permanent magnets, a skew can be easily given in false and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0026] In addition, a magnetic pole boundary is every 90 degrees, it supposes that they are regular intervals and stator teeth spacing is also regular intervals here. Moreover, when θ_j and θ'_j are mins, a permanent magnet may exist even in the slot section.

[0027] In addition, since magnetic flux leaks, the rotor cores [10a and 10d] product thickness located in the edge of the direction of product thickness among those which carried out the laminating of the rotor core sheet of a different include angle is good [the both ends of the direction of product thickness] to carry out a laminating more thickly a little from the product thickness of other parts 10b and 10c. Product thickness, the dimensional tolerance of a magnet configuration, etc. are considered, and when 0.5mm or more and the amount of leakage flux are taken into consideration, 2.5mm or less of ***** is desirable.

[0028] (Example 2) Drawing 4 shows the decomposition perspective view of permanent magnet Rota in the 2nd example. Drawing 5 shows the sectional view of permanent magnet Rota in the 2nd example. Drawing 6 is drawing explaining the cogging torque of permanent magnet Rota in the 2nd example, and the reduction principle of a torque ripple.

[0029] It omits about the contents same about a configuration and an operation as an example 1. There are four kinds of rotor cores 20a, 20b, 20c, and 20d by the difference in the configuration of the slot section. The number of stator slots is 6 ($= 4 \times 3/2$), and is a salient pole concentrated winding.

[0030] All four magnetic poles are [in / the advance side of the Rota rotation of a permanent magnet, or a go-astern side / on one kind of rotor core, and / in the configuration of the slot section / each] the same configurations. When the Rota hand of cut of a rotor core is R and the include angle from a slot sections [by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole / 23a, 23b, 23c, and 23d] magnetic pole boundary is set to θ_{tai} , four kinds of values are taken, and θ_{tai} is $\theta_{tai} = 3.75$ degree, 11.25 degrees, 18.75 degrees, and 26.25 degrees, and comes to carry out a laminating the $1/4$ -time abbreviation at a time for the Rota product thickness, respectively. Moreover, when the include angle from a slot sections [by the side of the Rota rotation go-astern in the rotor core of i item / 26a 26b, 26c, and 26d] magnetic pole boundary is made into θ_{tai}' , it is $\theta_{tai}' = 26.25$ degree, 18.75 degrees, 11.25 degrees, and 3.75 degrees, and becomes $\theta_{tai} + \theta_{tai}' = 30$ degree.

[0031] By this, when the laminating of the rotor core is carried out, a total of four kinds of configurations of the slot section by the side of the Rota rotation advance of a certain magnetic pole or go-astern will be made. In addition, especially the sequence of θ_{tai} and each θ_{tai}' is not asked.

[0032] Hereafter, the principle which reduces a torque ripple is explained using drawing 6.

Drawing 6 shows the relation of the slot section and the stator teeth in the same Rota location of a certain magnetic pole. The magnetic flux which came out of pole-face 29a is crossed to the stator teeth 27a or 27c along with 23d of slot sections toward a hand of cut R. However, since a slot 28 exists in a stator, as for the slot section, magnetic reluctance becomes large. Similarly, the magnetic flux which came out of pole-face 29b is crossed to stator teeth 27b along with 23d of slot sections toward a hand of cut R. This is shifted from the physical relationship of the slot section and the stator teeth which touch pole-face 29a 30 degrees. Similarly, as for the physical relationship of the slot sections 23a, 23b, 23c, and 23d and a slot, in the Rota homotopic, the physical relationship of those with eight kind, a slot section point, and a slot divides spacing between teeth into eight equally. Therefore, in order that the magnetic flux ranging from the slot point to stator teeth may pass a slot every 7.5 degrees, when all the slot sections are the same configurations, as compared with the case where a slot is passed every 30 degrees, the number

of ripples becomes 4 times and a ripple quantity will be reduced by 4 by about 1/. Moreover, when it is $\theta_1 + \theta_2 = 30$ degree ($= 120/4$) as said Japanese-Patent-Application-No. No. 195379 [nine to] official report explains, torque serves as max and cogging torque serves as the minimum. Moreover, it is possible to reduce the amount of magnetic flux connected with the negative pole face too hastily from the normal polarity side of a permanent magnet by existence of the slot section.

[0033] Moreover, within the same core sheet, for every magnetic pole, the configuration of the slot section is the same and radial imbalance does not generate it.

[0034] (Example 3) Drawing 7 shows the decomposition perspective view of permanent magnet Rota in the 3rd example. Drawing 8 shows the sectional view of permanent magnet Rota in the 3rd example.

[0035] It omits about the contents same about a configuration and an operation as an example 2. It is permanent magnet Rota of four poles which formed notching 33a, 33b, 33c, and 33d in the Rota periphery of the location close to the end face of a permanent magnet 11.

[0036] There are four kinds by the difference in the location of notching Rota Core 30 a and 30b, 30c, and 30d. The number of stator slots is 6 ($= 4 \times 3/2$) or 12 ($= 4 \times 3$).

[0037] All four magnetic poles are [in / the advance side of the Rota rotation of a permanent magnet, or a go-astern side / on one kind of rotor core, and / in the location of notching / each] the same locations. When the Rota hand of cut of a rotor core is R and the include angle from an edges [of notching by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole / 35a, 35b, 35c, and 35d] magnetic pole boundary is set to θ_1 , four kinds of values are taken, and θ_1 is $\theta_1 = 3.75$ degree, 11.25 degrees, 18.75 degrees, and 26.25 degrees, and comes to carry out a laminating the 1/4-time abbreviation at a time for the Rota product thickness, respectively. Moreover, when the include angle from an edges [of notching by the side of the Rota rotation go-astern in the rotor core of i item / 36a 36b, 36c, and 36d] magnetic pole boundary is made into θ_2 , it is $\theta_2 = 26.25$ degree, 18.75 degrees, 11.25 degrees, and 3.75 degrees, and becomes $\theta_1 + \theta_2 = 30$ degree.

[0038] About an operation and effectiveness, since it is the same as that of an example 2, it omits. In this configuration, a permanent magnet edge is in the inner part of notching, and since a demagnetizing field cannot start easily, it can be said that it excels in demagnetization proof stress.

[0039] (Example 4) Drawing 9 shows the decomposition perspective view of permanent magnet Rota in the 4th example. Drawing 10 shows the sectional view of permanent magnet Rota in the 4th example.

[0040] It omits about the part same about a configuration and an operation as an example 1. It is permanent magnet Rota of four poles in which the slot sections 43a and 43b were formed so that permanent magnets 41a and 42b might be laid under the interior of rotor core 40a which comes to carry out the laminating of the rotor core sheet of the approximate circle form which consists of a pierced magnetic steel sheet, and 40b and the end face by the side of the Rota rotation advance of these permanent magnets 41a and 41b might be touched. The slot sections 43a and 43b are formed by two poles among four poles.

[0041] By dividing the permanent magnet per pole into two the Rota radial, and constituting, as extended to the location where each edge of permanent magnet 41a by the side of a periphery and permanent magnet 41b by the side of inner circumference approaches the Rota periphery, a salient pole ratio can be raised and reluctance torque can be enlarged (JP,8-331783,A).

Moreover, by making larger than spacing of the edge of the permanent magnet located in the go-astern side of rotation of Rota spacing of the edge of the permanent magnet located in the advance side of rotation of Rota, high density of the magnetic flux in a specific part can be made to be able to ease, and iron loss can be reduced (JP,8-336246,A).

[0042] When the Rota hand of cut is R and the include angle from the magnetic pole boundary of the slot sections 43a and 43b by the side of the Rota rotation advance of the Rota magnetic pole is set to θ_2 and δ_2 , about permanent magnet 41b by the side of $\theta_2 = 31$ degree and inner circumference, it is [a / by the side of a periphery / permanent magnet 41] $\delta_2 = 17$ degree. Moreover, the include angles θ_1 and δ_1 from a magnetic pole boundary of the

part which there is no slot section in the adjoining magnetic pole's Rota rotation advance side, and approaches the Rota periphery section by the side of the Rota rotation advance of a magnetic pole are [a / by the side of a periphery / permanent magnet 41] $\delta_1=9.5$ degrees about permanent magnet 41b by the side of $\theta_1=23.5$ degree and inner circumference. The number of stator slots is 24 (= 4x6), and $\theta_j=16+60*j^2/(42)$ $\delta_j=2+60*j^2/(42)$ is realized at the time of a distributed winding. It comes the 1/2-time abbreviation at a time for the Rota product thickness to carry out the laminating of the rotor core which it rotated 90 degrees at a time, respectively, respectively.

[0043] About effectiveness, since it is the same as that of an example 1, it omits. In addition, in the above-mentioned example, although the permanent magnet motor of four poles was explained, without being limited to these, according to the main point of this invention, various deformation is possible for a pole, the configuration of a rotor core or a permanent magnet, the configuration of a stator, etc., and they do not eliminate these from the range of invention.

[0044]

[Effect of the Invention] Without generating imbalance in radial as mentioned above according to claim 1 and invention according to claim 2, reducing the leakage of the magnetic flux between the Rota magnetic poles, it becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0045] According to invention according to claim 3, by centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0046] According to claim 4 and invention according to claim 5, reducing the leakage of the magnetic flux between the Rota magnetic poles, it is possible to give a skew in false with one kind of rotor core sheet, and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0047] According to invention according to claim 6, it is possible to reduce a sound and vibration on an effective target.

[0048] According to invention according to claim 7, by centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0049] Without generating imbalance in radial according to claim 8 and invention according to claim 9, raising demagnetization proof stress, it becomes possible to give a skew in false, and a sound and vibration can be reduced.

[0050] According to invention according to claim 10, by centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0051] According to claim 11 and invention according to claim 12, raising demagnetization proof stress, it is possible to give a skew in false with one kind of rotor core sheet, and it is possible to reduce a sound and vibration.

[0052] According to invention according to claim 13, it is possible to reduce a sound and vibration on an effective target.

[0053] According to invention according to claim 14, by centralizing magnetic flux on 120 degrees of electrical angles, high torque can be generated and high effectiveness can be realized.

[0054] According to invention according to claim 15, in consideration of the leakage of the magnetic flux of the end face of the direction of the Rota product thickness, a sound and vibration can be reduced effectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original

precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The decomposition perspective view of permanent magnet Rota by the 1st example of this invention

[Drawing 2] The sectional view of permanent magnet Rota by the 1st example of this invention

[Drawing 3] Drawing explaining the principle of permanent magnet Rota by the 1st example of this invention

[Drawing 4] The decomposition perspective view of permanent magnet Rota by the 2nd example of this invention

[Drawing 5] The sectional view of permanent magnet Rota by the 2nd example of this invention

[Drawing 6] Drawing explaining the principle of permanent magnet Rota by the 2nd example of this invention

[Drawing 7] The decomposition perspective view of permanent magnet Rota by the 3rd example of this invention

[Drawing 8] The sectional view of permanent magnet Rota by the 3rd example of this invention

[Drawing 9] The decomposition perspective view of permanent magnet Rota by the 4th example of this invention

[Drawing 10] The sectional view of permanent magnet Rota by the 4th example of this invention

[Drawing 11] The sectional view of conventional permanent magnet Rota

[Description of Notations]

10a, 10b, 10c, 10d Rotor core

11 Permanent Magnet

12 Punching Hole for Permanent Magnet Laying under the Ground

13a, 13b, 13c, 13d, 16a, 16b, 16c, 16d Slot section

14 Hole for Rivet Pins

15 Hole for Shafts

17 Teeth

18 Slot

19 Pole Face

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-69695
(P2000-69695A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマート* (参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 A 5 H 6 2 2
			5 0 1 K
			5 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-235289

(22) 出願日 平成10年8月21日 (1998.8.21)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 浅野 能成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 神藤 正行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

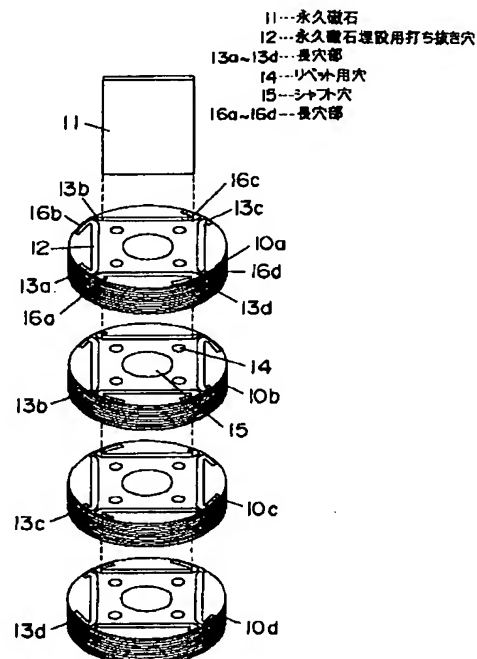
Fターム (参考) 5H622 AA02 AA04 CA02 CA10 CA13
CB01 CB05 PP03 PP17 QB03

(54) 【発明の名称】 永久磁石ロータ

(57) 【要約】

【課題】 ロータコア内部に永久磁石を埋設した永久磁石ロータにおいて、音、振動を低減する。

【解決手段】 この課題を解決するために本発明は、永久磁石埋設用打ち抜き穴の形状は同一で、永久磁石11の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように設けられた長穴部13の形状を変化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形ロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータ。

【請求項2】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形ロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $6P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータ。

【請求項3】 i 種目のロータコアシートの、ロータ磁極のロータ回転後進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ'_i としたとき、 $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ である、請求項1または請求項2記載の永久磁石ロータ。

【請求項4】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータ。

【請求項5】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が

$6P$ であるとき、 $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ となる定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータ。

【請求項6】 $n = 1$ である請求項4または請求項5記載の永久磁石ロータ。

【請求項7】 j 番目のロータ回転前進側にある長穴部の、ロータ回転前進側に隣接するロータ磁極の、ロータ回転後進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ'_j としたとき、 $\theta_j + \theta'_j = 120/P$ である、請求項4または請求項5または請求項6記載の永久磁石ロータ。

【請求項8】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータ。

【請求項9】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $6P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータ。

【請求項10】 i 種目のロータコアシートの、ロータ磁極のロータ回転後進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ'_i としたとき、 $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ である、請求項8または請求項9記載の永久磁石ロータ。

【請求項11】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ である

10

20

30

40

50

とき、 $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ となる定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数) であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータ。

【請求項12】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数が P 、ステータスロット数が $6P$ であるとき、 $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数) であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータ。

【請求項13】 $n = 1$ である請求項11または請求項12記載の永久磁石ロータ。

【請求項14】 j 番目のロータ回転前進側にある長穴部のロータ回転前進側に隣接するロータ磁極の、ロータ回転後進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ'_j としたとき、 $\theta_j + \theta'_j = 120/P$ である、請求項11または請求項12または請求項13記載の永久磁石ロータ。

【請求項15】 形状の異なるロータコアシートまたは、異なる角度のロータコアシートを積層したもののうち、積厚方向の端部に位置するロータコアシートの積厚が、他の部分の積厚より $0.5\text{mm} \sim 2.5\text{mm}$ 厚く積層された請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9または請求項10または請求項11または請求項12または請求項13または請求項14記載の永久磁石ロータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、永久磁石をロータコア内部に埋設することにより、逆突極性または順突極性を持たせ、マグネットトルクのみならず、リラクタンストルクをも利用することにより、高い効率を実現できる永久磁石の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ロータコア内部に永久磁石を埋設した永久磁石ロータのロータコアは、同一形状のロータコアシートを同一方向に積層してなっていた。図11に、筆者らが発明した従来の永久磁石ロータ（特願平9-195379号公報）の断面図を示す。

【0003】 打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形ロー

タコアシートを積層してなるロータコア50内部に永久磁石51を埋設し、この永久磁石の端面に接するように長穴部53を設けた永久磁石ロータである。長穴部53は、永久磁石埋設用打ち抜き穴52と連続してなり、その形状は全積厚にわたって同一である。ロータコア50の端部には端版（図示せず）を設け、貫通穴54にリベットピンを通すことにより固定し、シャフト穴55にシャフトを圧入し、シャフトを中心に回転する。

【0004】 ロータコア内部に永久磁石を埋設することにより、永久磁石飛散防止のための管が不要であり、磁気的エアギャップを小さくできるほか、管に流れる渦電流による損失を低減できる。また、構造の逆突極性に起因してリラクタンストルクを利用することができるため、効率の高いモータを提供することができた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 以上のような従来の永久磁石ロータにおいては、音、振動を抑えるため、スキューを行うことが極めて困難であった。特に、焼結磁石をロータコアに埋設する場合、永久磁石埋設用打ち抜き穴を大きくする以外、ロータコアのスキューは不可能で、永久磁石埋設用打ち抜き穴を大きくする以外、ロータのスキューは不可能である。しかしながら、永久磁石埋設用打ち抜き穴を大きくすると、永久磁石の磁極面とロータコアの間にエアギャップができ、パーミアンスを低下させ、効率を低下させる。したがって、ロータコア内部に永久磁石を埋設した永久磁石ロータにおいて、音、振動を低減するのは困難であった。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この課題を解決するために本発明は、永久磁石埋設用打ち抜き穴の形状は同一で、永久磁石のロータコアシート面における端部、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように設けられた長穴部の形状を変化させることにより、音、振動を低減することを可能とした。

【0007】

【発明の実施の形態】 本発明の請求項1に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形ロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシート N 種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数が P 、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$) である永久磁石ロータであって、ロータコア内部に永久磁石を埋設してなる永久磁石ロータにおいて、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0008】本発明の請求項2に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形ロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が6Pであるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータであって、ロータコア内部に永久磁石を埋設してなる永久磁石ロータにおいて、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0009】本発明の請求項3に記載の発明は、i種類のロータコアシートの、ロータ磁極のロータ回転後進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ'_i としたとき、 $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ である、請求項1または請求項2記載の永久磁石ロータであって、特に 120° 通電に適し、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0010】本発明の請求項4に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的にn回繰り返され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_j = \theta_0 + 120 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータであって、1種類のロータコアシートで擬似的にスキューを施すことが可能であり、音、振動を低減することが可能である。

【0011】本発明の請求項5に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に接するように長穴部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ_j としたとき、 θ_j が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的にn回繰り返され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が6Pであるとき、 $\theta_j = \theta_0 + 60 \cdot j \cdot n / (P^2)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_j \leq 1$

$20/P$ となる定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータであって、1種類のロータコアシートで擬似的にスキューを施すことが可能であり、音、振動を低減することが可能である。

【0012】本発明の請求項6に記載の発明は、 $n = 1$ である請求項4または請求項5記載の永久磁石ロータであって、有効的に音、振動を低減することが可能である。

【0013】本発明の請求項7に記載の発明は、j番目のロータ回転前進側にある長穴部の、ロータ回転前進側に隣接するロータ磁極の、ロータ回転後進側の長穴部の、磁極境界からの角度を θ'_j としたとき、 $\theta_j + \theta'_j = 120/P$ である、請求項4または請求項5または請求項6記載の永久磁石ロータであって、特に 120° 通電に適し、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0014】本発明の請求項8に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 120 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータであって、ロータコア内部に永久磁石を埋設してなる永久磁石ロータにおいて、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0015】本発明の請求項9に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i の異なるロータコアシートN種類からなり、それぞれ略同一積厚で形成され、ロータ磁極数がP、ステータスロット数が6Pであるとき、 $\theta_i = \theta_0 + 60 \cdot i / (P \cdot N)$ (θ_0 は $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $i = 1, 2, \dots, N$)である永久磁石ロータであって、ロータコア内部に永久磁石を埋設してなる永久磁石ロータにおいて、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0016】本発明の請求項10に記載の発明は、i 種類のロータコアシートの、ロータ磁極のロータ回転後進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を $\theta' i$ としたとき、 $\theta i + \theta' i = 120/P$ である、請求項8または請求項9記載の永久磁石ロータであって、特に120°通電に適し、磁束を電気角120°に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0017】本発明の請求項11に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θj としたとき、 θj が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数が P 、ステータスロット数が $3/2P$ または $3P$ であるとき、 $\theta j = \theta 0 + 120 \cdot j \cdot n / (P^2)$ ($\theta 0$ は $0 \leq \theta j \leq 120/P$ となる定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータであって、特に120°通電に適し、磁束を電気角120°に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0018】本発明の請求項12に記載の発明は、打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア内部に永久磁石を埋設し、この永久磁石の端面、正極面の端部、あるいは負極面の端部に近接した位置のロータ外周に切り欠き部を設けた永久磁石ロータであって、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠き端部の、磁極境界からの角度を θj としたとき、 θj が P/n 通りの値を取り、それぞれの値が周期的に n 回繰り返され、ロータ磁極数が P 、ステータスロット数が $6P$ であるとき、 $\theta j = \theta 0 + 60 \cdot j \cdot n / (P^2)$ ($\theta 0$ は $0 \leq \theta j \leq 120/P$ となる範囲の定数、 $j = 1, 2, \dots, P/n$ 、 n は $P/2$ 以下の自然数)であり、 $360 \cdot j / P$ 度回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略 n/P 倍ずつ積層してなる永久磁石ロータであって、1種類のロータコアシートで擬似的にスキューを施すことが可能であり、音、振動を低減することが可能である。

【0019】本発明の請求項13に記載の発明は、 $n = 1$ である請求項11または請求項12記載の永久磁石ロータであって、有効的に音、振動を低減することが可能である。

【0020】本発明の請求項14に記載の発明は、j 番目のロータ回転前進側にある長穴部のロータ回転前進側に隣接するロータ磁極の、ロータ回転後進側の切り欠き

端部の、磁極境界からの角度を $\theta' j$ としたとき、 $\theta j + \theta' j = 120/P$ である、請求項11または請求項12または請求項13記載の永久磁石ロータであって、特に120°通電に適し、磁束を電気角120°に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0021】本発明の請求項15に記載の発明は、形状の異なるロータコアシートまたは、異なる角度のロータコアシートを積層したもののうち、積厚方向の端部に位置するロータコアシートの積厚が、他の部分の積厚より0.5mm〜2.5mm厚く積層された請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9または請求項10または請求項11または請求項12または請求項13または請求項14記載の永久磁石ロータであって、ロータ積厚方向の端面の磁束の漏れを考慮し、効果的に音、振動を低減することができる。

【0022】

【実施例】(実施例1) 図1は第1の実施例における永久磁石ロータの分解斜視図を示す。図2は第1の実施例における永久磁石ロータの断面図を示す。図3は、第1の実施例における永久磁石ロータのコギングトルクおよびトルクリップルの低減原理を説明する図である。

【0023】打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア10a、10b、10c、10d内部に永久磁石11を埋設し、この永久磁石11の端面に接するように長穴部13a、13b、13c、13d、16a、16b、16c、16dを設けた4極の永久磁石ロータである。ロータ回転方向がRであるとき、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部13a、13b、13c、13dの磁極境界からの角度を θj としたとき、 θj が4通りの値を取り、ステータスロット数が、12 (= 4 × 3) であり、分布巻のとき、 $\theta j = 3.75^\circ, 11.25^\circ, 18.75^\circ, 26.25^\circ$ であり、それぞれ90°ずつ回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略1/4倍ずつ積層してなる。また、j 番目のロータ回転前進側にある長穴部の、ロータ回転前進側に隣接するロータ磁極の、ロータ回転後進側の長穴部16a、16b、16c、16dの磁極境界からの角度を $\theta' j$ としたとき、 $\theta' j = 26.25^\circ, 18.75^\circ, 11.25^\circ, 3.75^\circ$ であり、 $\theta j + \theta' j = 30^\circ$ となる。これにより、ロータコアを積層したとき、ある磁極のロータ回転前進側または後進側の長穴部の形状は、計4通りでできることになる。なお、 θj および $\theta' j$ それぞれの順序は特に問わない。

【0024】以下、図3を用いて、トルクリップルを低減する原理について説明する。図3は、磁極の境界部の同一ロータ位置における長穴部とステータティースとの関係を示している。磁極面19から出た磁束は、回転方

向Rに向かって長穴部13cに沿ってステータティース17にわたる。しかし、ステータにはスロット18が存在するため、スロット部は磁気抵抗が大きくなる。長穴部13a、13b、13c、13dとスロットとの位置関係は、ロータ同位置において4通りあり、長穴部先端部とスロットとの位置関係は、ティース間の間隔を4等分したものである。したがって、長穴先端部からステータティースにわたる磁束は、 7.5° 毎にスロットを通過するため、長穴部がすべて同一形状の時、 30° 毎にスロットを通過する場合と比較しリップル数は4倍となり、リップル量はおよそ $1/4$ に低減されることになる。また、前記特願平9-195379号公報にて説明している通り、 $\theta_j + \theta'_j = 30^\circ$ ($=120/4$) であるとき、トルクが最大となり、コギングトルクが極小となる。また、長穴部の存在により、永久磁石の正磁極面から負磁極面に短絡する磁束量を低減することが可能である。

【0025】本構成は、ロータコア形状が1種類でよく、金型費用等も有利である。また、永久磁石数を増やすことなく、容易に擬似的にスキューを施すことができ、音、振動を低減することが可能である。

【0026】なお、ここで磁極境界は 90° 毎で等間隔であるとし、ステータティース間隔も等間隔である。また、 θ_j および θ'_j が最小の場合、長穴部にまで永久磁石が存在してもかまわない。

【0027】なお、積厚方向の両端は、磁束が漏れたりするため、異なる角度のロータコアシートを積層したもののうち、積厚方向の端部に位置するロータコア10a、10dの積厚が、他の部分10b、10cの積厚より若干厚めに積層するとよい。積厚や磁石形状の寸法公差などを考え、積厚差は0.5mm以上、漏れ磁束量を考慮すると2.5mm以下が望ましい。

【0028】(実施例2)図4は第2の実施例における永久磁石ロータの分解斜視図を示す。図5は第2の実施例における永久磁石ロータの断面図を示す。図6は第2の実施例における永久磁石ロータのコギングトルクおよびトルクリップルの低減原理を説明する図である。

【0029】構成および作用について、実施例1と同様の内容については、省略する。ロータコア20a、20b、20c、20dは、長穴部の形状の違いにより4種類ある。ステータスロット数は6 ($=4 \times 3/2$) であり、突極集中巻である。

【0030】長穴部の形状は、1種類のロータコアにおいては、永久磁石のロータ回転の前進側または後進側それぞれにおいて、4磁極とも同一形状である。ロータコアのロータ回転方向がRであるとき、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部23a、23b、23c、23dの磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i が4通りの値を取り、 $\theta_i = 3.75^\circ$ 、 11.25° 、 18.75° 、 26.25° であり、それぞれロータ積厚の略

$1/4$ 倍ずつ積層してなる。また、 i 種目のロータコアにあるロータ回転後進側の長穴部26a、26b、26c、26dの磁極境界からの角度を θ'_i としたとき、 $\theta'_i = 26.25^\circ$ 、 18.75° 、 11.25° 、 3.75° であり、 $\theta_i + \theta'_i = 30^\circ$ となる。

【0031】これにより、ロータコアを積層したとき、ある磁極のロータ回転前進側または後進側の長穴部の形状は、計4通りできることになる。なお、 θ_i および θ'_i それぞれの順序は特に問わない。

【0032】以下、図6を用いて、トルクリップルを低減する原理について説明する。図6は、ある磁極の同一ロータ位置における長穴部とステータティースとの関係を示している。磁極面29aから出た磁束は、回転方向Rに向かって長穴部23dに沿って、ステータティース27aまたは27cにわたる。しかし、ステータにはスロット28が存在するため、スロット部は磁気抵抗が大きくなる。同様に、磁極面29bから出た磁束は、回転方向Rに向かって長穴部23dに沿って、ステータティース27bにわたる。これは、磁極面29aに接する長穴部とステータティースとの位置関係と、 30° ずれている。同様に、長穴部23a、23b、23c、23dとスロットとの位置関係は、ロータ同位置において8通りあり、長穴部先端部とスロットとの位置関係は、ティース間の間隔を8等分したものである。したがって、長穴先端部からステータティースにわたる磁束は、 7.5° 毎にスロットを通過するため、長穴部がすべて同一形状の時、 30° 毎にスロットを通過する場合と比較し、リップル数は4倍となり、リップル量はおよそ $1/4$ に低減されることになる。また、前記特願平9-195379号公報にて説明している通り、 $\theta_i + \theta'_i = 30^\circ$ ($=120/4$) であるとき、トルクが最大となりコギングトルクが極小となる。また、長穴部の存在により永久磁石の正磁極面から負磁極面に短絡する磁束量を低減することが可能である。

【0033】また、同一コアシート内で、各磁極毎に長穴部の形状は同一であり、半径方向のアンバランスが発生しない。

【0034】(実施例3)図7は第3の実施例における永久磁石ロータの分解斜視図を示す。図8は第3の実施例における永久磁石ロータの断面図を示す。

【0035】構成および作用について、実施例2と同様の内容については省略する。永久磁石11の端面に近接した位置のロータ外周に、切り欠き33a、33b、33c、33dを設けた4極の永久磁石ロータである。

【0036】ロータコア30a、30b、30c、30dは、切り欠きの位置の違いにより4種類ある。ステータスロット数は6 ($=4 \times 3/2$) または12 ($=4 \times 3$) である。

【0037】切り欠きの位置は、1種類のロータコアにおいては、永久磁石のロータ回転の前進側または後進側

10

20

30

40

50

それぞれにおいて、4磁極とも同一位置である。ロータコアのロータ回転方向がRであるとき、ロータ磁極のロータ回転前進側の切り欠きの端部35a、35b、35c、35dの磁極境界からの角度を θ_i としたとき、 θ_i が4通りの値を取り、 $\theta_i = 3.75^\circ, 11.25^\circ, 18.75^\circ, 26.25^\circ$ であり、それぞれロータ積厚の略1/4倍ずつ積層してなる。また、i種目のロータコアにあるロータ回転後進側の切り欠きの端部36a、36b、36c、36dの磁極境界からの角度を θ'_i としたとき、 $\theta'_i = 26.25^\circ, 18.75^\circ, 11.25^\circ, 3.75^\circ$ であり、 $\theta_i + \theta'_i = 30^\circ$ となる。

【0038】作用および効果については、実施例2と同様であるので省略する。本構成においては、永久磁石端部が切り欠きの奥にあり、減磁界がかかりにくいいため、減磁耐力に優れているといえる。

【0039】（実施例4）図9は第4の実施例における永久磁石ロータの分解斜視図を示す。図10は第4の実施例における永久磁石ロータの断面図を示す。

【0040】構成および作用について、実施例1と同様の部分については省略する。打ち抜かれた電磁鋼板からなる略円形のロータコアシートを積層してなるロータコア40a、40b内部に永久磁石41a、42bを埋設し、この永久磁石41a、41bのロータ回転前進側の端面に接するように長穴部43a、43bを設けた4極の永久磁石ロータである。長穴部43a、43bは、4極のうち2極分だけ設けられている。

【0041】1極当りの永久磁石をロータ半径方向に2分割し、外周側の永久磁石41aおよび内周側の永久磁石41bのそれぞれの端部がロータ外周に近接する位置まで伸びたように構成することにより、突極比を向上させリラクタンストルクを大きくすることができる（特開平8-331783号公報）。また、ロータの回転の前進側に位置する永久磁石の端部の間隔を、ロータの回転の後進側に位置する永久磁石の端部の間隔より大きくすることにより、特定箇所での磁束の密集を緩和させ鉄損を減じることができる（特開平8-336246号公報）。

【0042】ロータ回転方向がRであるとき、ロータ磁極のロータ回転前進側の長穴部43a、43bの磁極境界からの角度を θ_2 、 δ_2 としたとき、外周側の永久磁石41aについては $\theta_2 = 31^\circ$ 、内周側の永久磁石41bについては $\delta_2 = 17^\circ$ である。また、隣接する磁極のロータ回転前進側には長穴部がなく、磁極のロータ回転前進側のロータ外周部に近接する部分の、磁極境界からの角度 θ_1 、 δ_1 は、外周側の永久磁石41aについては $\theta_1 = 23.5^\circ$ 、内周側の永久磁石41bについては $\delta_1 = 9.5^\circ$ である。ステータスロット数が、 $24 (= 4 \times 6)$ であり、分布巻のとき、 $\theta_j = 16 + 60 \cdot j \cdot 2 / (4^2)$ 、 $\delta_j = 2 + 60 \cdot j \cdot 2 /$

(4')が成り立つ。それぞれ 90° ずつ回転させたロータコアを、それぞれロータ積厚の略1/2倍ずつ積層してなる。

【0043】効果については、実施例1と同様であるので省略する。なお、上記の実施例においては、4極の永久磁石モータについて説明したが、極数、ロータコアや永久磁石の形状、ステータの形状などはこれらに限定されることなく、本発明の主旨にしたがって種々の変形が可能であり、これらを発明の範囲から排除するものではない。

【0044】

【発明の効果】以上のように請求項1および請求項2に記載の発明によれば、ロータ磁極間の磁束の漏れを低減させつつ、半径方向にアンバランスを発生することなく、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0045】請求項3に記載の発明によれば、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0046】請求項4および請求項5に記載の発明によれば、ロータ磁極間の磁束の漏れを低減させつつ、1種類のロータコアシートで擬似的にスキューを施すことが可能であり、音、振動を低減することが可能である。

【0047】請求項6に記載の発明によれば、有効的に音、振動を低減することが可能である。

【0048】請求項7に記載の発明によれば、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0049】請求項8および請求項9に記載の発明によれば、減磁耐力を向上させつつ、半径方向にアンバランスを発生することなく、擬似的にスキューを施すことが可能となり、音、振動を低減することができる。

【0050】請求項10に記載の発明によれば、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0051】請求項11および請求項12に記載の発明によれば、減磁耐力を向上させつつ、1種類のロータコアシートで擬似的にスキューを施すことが可能であり、音、振動を低減することが可能である。

【0052】請求項13に記載の発明によれば、有効的に音、振動を低減することが可能である。

【0053】請求項14に記載の発明によれば、磁束を電気角 120° に集中させることにより、高いトルクを発生させることができ、高い効率を実現することができる。

【0054】請求項15に記載の発明によれば、ロータ積厚方向の端面の磁束の漏れを考慮し、効果的に音、振

動を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例による永久磁石ロータの分解斜視図

【図2】本発明の第1の実施例による永久磁石ロータの断面図

【図3】本発明の第1の実施例による永久磁石ロータの原理を説明する図

【図4】本発明の第2の実施例による永久磁石ロータの分解斜視図

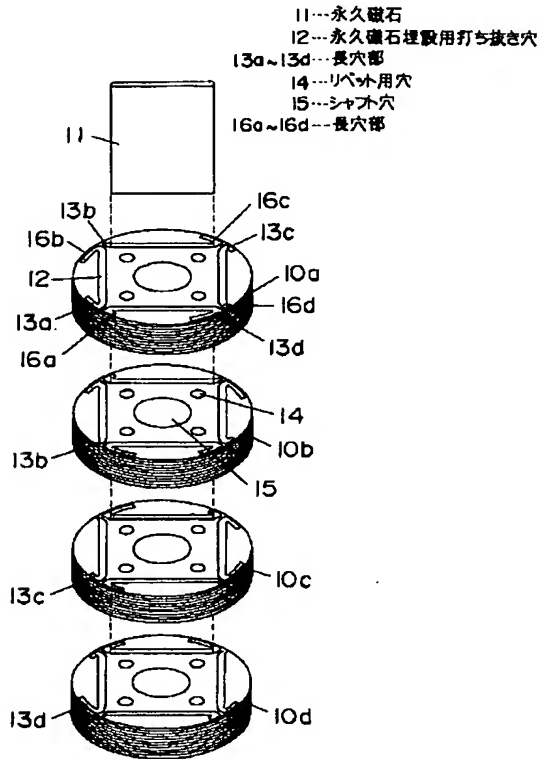
【図5】本発明の第2の実施例による永久磁石ロータの断面図

【図6】本発明の第2の実施例による永久磁石ロータの原理を説明する図

【図7】本発明の第3の実施例による永久磁石ロータの分解斜視図

【図8】本発明の第3の実施例による永久磁石ロータの＊

【図1】



＊断面図

【図9】本発明の第4の実施例による永久磁石ロータの分解斜視図

【図10】本発明の第4の実施例による永久磁石ロータの断面図

【図11】従来の永久磁石ロータの断面図

【符号の説明】

10a, 10b, 10c, 10d ロータコア

11 永久磁石

10 12 永久磁石埋設用打ち抜き穴

13a, 13b, 13c, 13d, 16a, 16b, 16c, 16d 長穴部

14 リベットピン用穴

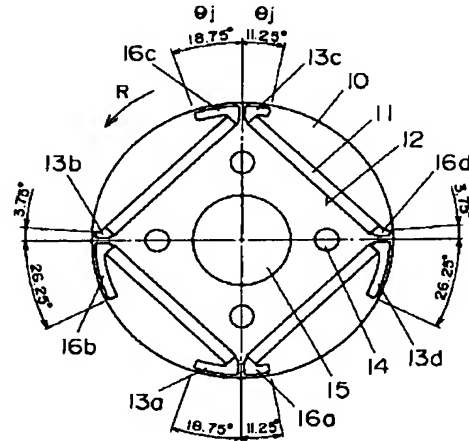
15 シャフト用穴

17 ティース

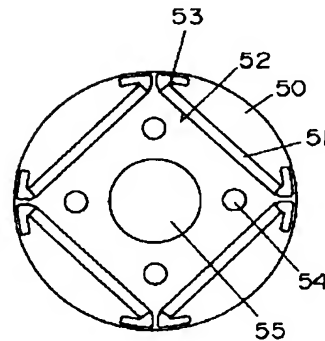
18 スロット

19 磁極面

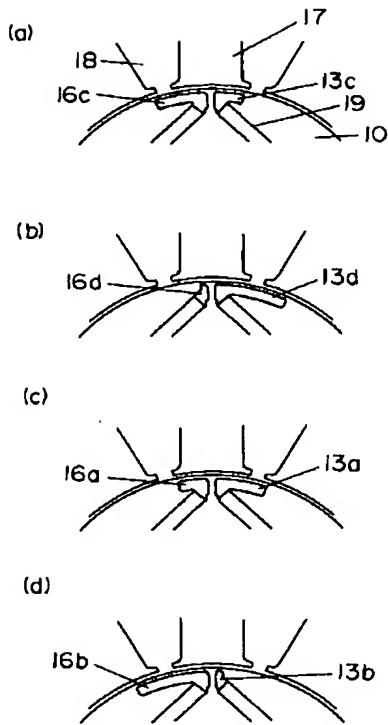
【図2】



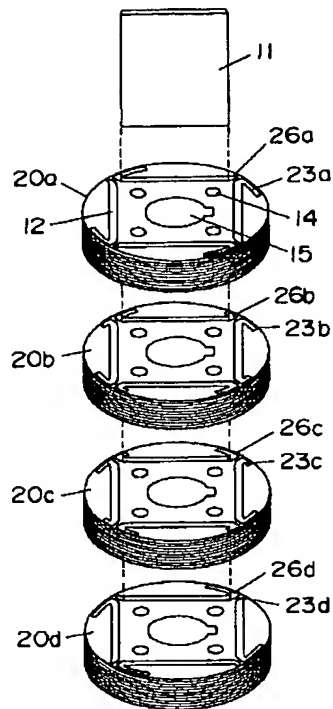
【図11】



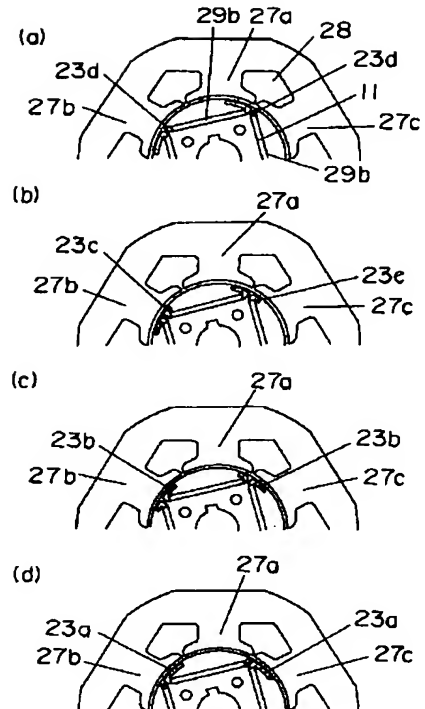
【図3】



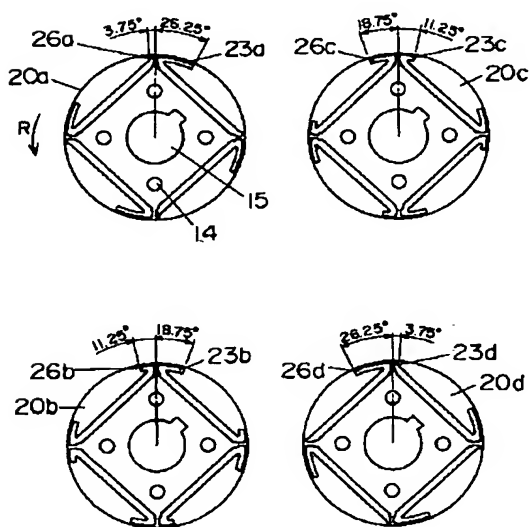
【図4】



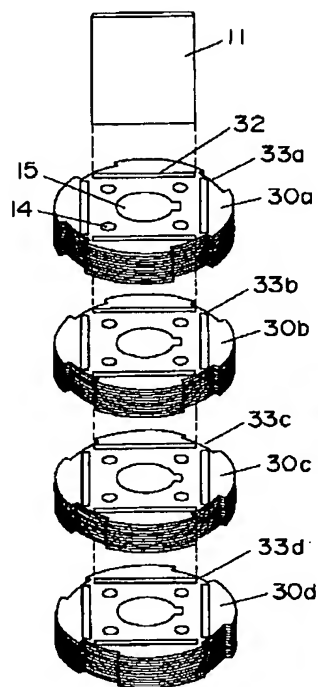
【図6】



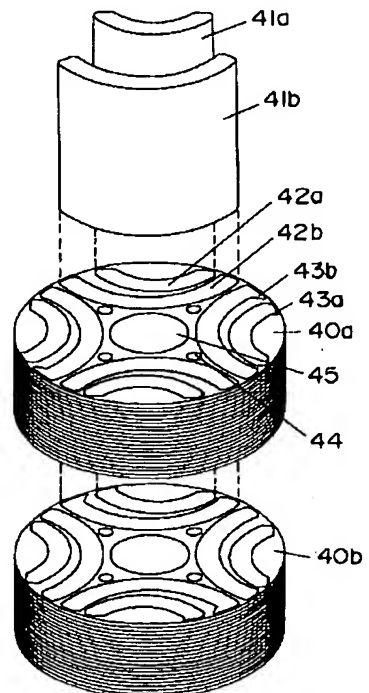
【図5】



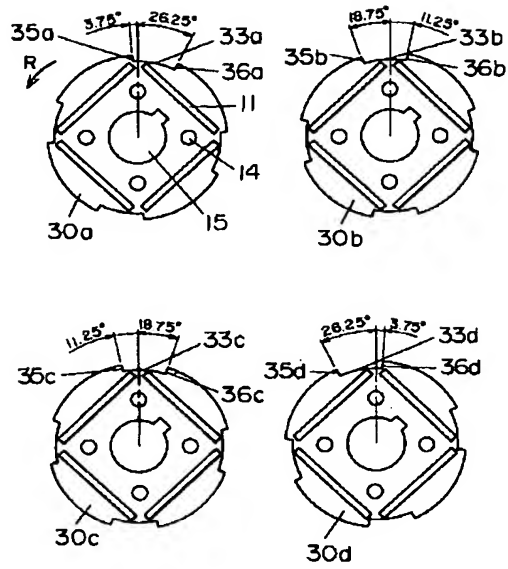
【図7】



【図9】



【図 8】



【図 10】

